

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Centro Sócio Econômico

Departamento de Ciências Econômicas

PAULO ROBERTO TOMAZINI GAVIOLI

Avaliação da política industrial direcionada ao setor de nanotecnologia no contexto da
PITCE

Florianópolis, 2012

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS
DISCIPLINA: MONOGRAFIA - CNM 5420
PROJETO DE MONOGRAFIA PARA EXECUÇÃO NO SEMESTRE 2012.2**

**Avaliação da política industrial direcionada ao setor de nanotecnologia
no contexto da PITCE**

Aluno: Paulo Roberto Tomazini Gavioli Assinatura:
Matrícula: 03207323 Telefone e e-mail: (48) 9113-0882 prgavioli@gmail.com
Orientador: Prof^a Eva Yamilla Amanda da Silva Catela

De acordo:

Entrada na Secretaria do Departamento de Econômica

Em/...../.....

Florianópolis, 2012

Avaliação da política industrial direcionada ao setor de nanotecnologia no contexto da PITCE

A banca examinadora resolveu atribuir a nota 8,0 (oito) ao aluno PAULO ROBERTO TOMAZINI GAVIOLI na disciplina CNM 5420 – Monografia, pela apresentação deste trabalho.

Banca Examinadora:

Prof^a Eva Yamilla Amanda da Silva Catela
Orientadora

Prof. Maurício Uriana
Membro

Prof. Pablo Felipe Bittencourt
Membro

Lista de Tabelas

Tabela 5.1 – Publicações por Empresa.....	32
Tabela 5.2 – Registro de Patentes – USPTO.....	32
Tabela 5.3 – Mercado de Nanotecnologia – Mundo.....	34
Tabela 5.4 – Recursos destinados aos Institutos do Milênio com atuação em Nanotecnologia 2001.....	36
Tabela 5.5 – Editais CNPq – 2003 – Fundos Setoriais.....	37
Tabela 5.6 – Editais N&N – 2004.....	38
Tabela 5.7 – Editais CNPq – 2004.....	38
Tabela 5.8 – Recursos para instalação de Laboratórios.....	38
Tabela 5.9 – Editais Finep para NN – 2005	39
Tabela 5.10 – Editais CNPq para NN – 2005.....	39
Tabela 5.11 – Editais Finep para NN – 2006/2007.....	40
Tabela 5.12 – Editais CNPq para NN 2006/2007	40
Tabela 5.13 – Publicações 2005- 2008.....	44

Lista de Gráficos

Tabela 5.12 – Editais CNPq para NN 2006/2007	40
Tabela 5.13 – Publicações 2005-2008.....	44

Lista de Figuras

Figura 5.1 – Escala da Nanotecnologia.....	28
--	----

Lista de Abreviaturas e Siglas

ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
AEB – Agência Espacial Brasileira
APEX – Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos
APL – Arranjo Produtivo Local
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CBAN – Centro Brasileiro-Argentino de Nanotecnologia
CNDI – Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPE – Câmara de Política Econômica
FINAME – Financiamento de Máquinas e Equipamentos
Finep – Financiadora de Estudos e Projetos
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICT – Instituições Científicas e Tecnológicas
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial
I PND – I Plano Nacional de Desenvolvimento
II PND – II Plano Nacional de Desenvolvimento
IPEA – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicada
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia
MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio
MF – Ministério da Fazenda
MPGO – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
MODERMAQ – Programa de Modernização do Parque Industrial Nacional
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
PEIEX – Projeto Extensão Industrial Exportadora
PI – Política Industrial
PITCE – Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
REPES – Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia de Informação
RHAÉ – Recursos Humanos Áreas Estratégicas
SOC – System On Chip

SUMÁRIO

1 Introdução	9
1.1 Tema e Problema	9
1.2 Objetivos	12
2 Metodologia	14
3 Referencial Teórico	16
4 PITCE – Desafios e Oportunidades	22
4.1 Linhas de Ação Horizontais	23
4.2 Opções Estratégicas	26
4.3 Atividades Portadoras de Futuro	31
5 A Nanotecnologia	33
5.1 Nanotecnologia no Mundo	35
5.2 Nanotecnologia no Brasil	39
6 Considerações Finais	56
7 Cronograma	58
8 Referências	59

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA E PROBLEMA

Nas últimas três décadas o Brasil tem passado por enormes transformações sociais e econômicas. O país abriu a economia às exportações e à concorrência externa no início da década de 1990, fazendo com que praticamente todos os setores industriais fossem afetados, seja positiva ou negativamente e precisassem se adequar aos meios de produção internacionais para se tornarem competitivos novamente. Em seguida foi introduzido o Plano Real, eliminando o efeito memória da inflação, resultando em estabilidade macroeconômica e na possibilidade de planejamento das empresas com um horizonte de tempo mais longo. Esses foram os primeiros passos para o pequeno, porém constante, crescimento do mercado interno. Entretanto durante esse período nunca houve uma clara política industrial estabelecida por nenhum governo. Havia por parte do governo incentivo às empresas à exportação e a consequente captação de divisas em dólar. Muitas vezes essa estratégia foi usada de forma individual pelo desejo da empresa em expandir seus negócios e sem nenhuma medida concreta dos formadores de políticas econômicas do país.

No ano de 2003, durante o primeiro mandato do presidente Lula, o governo estabeleceu que o Estado, como condutor de políticas públicas, voltaria a ter um papel mais ativo no desenvolvimento econômico do país especificamente no direcionamento da indústria nacional. A mais importante medida de incentivo foi a criação da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior – PITCE, implantada a partir de 2004. Esta política foi criada para incentivar toda a indústria nacional a buscar novos padrões de produção e inserção internacional. Alguns setores produtivos foram escolhidos para receberem medidas complementares e por apresentarem uma combinação de

características como potencial de desenvolvimento futuro, grande valor agregado do produto, elevados níveis de investimento em P&D e potencial para espalhar o desenvolvimento para regiões do país que se apresentavam menos desenvolvidas.

Esvaziada de juízos de valores, o objetivo mais tradicional pretendido pela política industrial é a promoção da atividade produtiva, na direção de estágios de desenvolvimento superiores aos preexistentes em um determinado espaço nacional. Do ponto de vista conceitual, política industrial deve ser entendida como o conjunto de incentivos e regulações associadas a ações públicas, que podem afetar alocação inter e intra-industrial de recursos, influenciando a estrutura produtiva e patrimonial, a conduta e o desempenho dos agentes econômicos em um determinado espaço nacional.”(FERRAZ, DE PAULA E KUPFER, 2002: 545)

Para abranger todos os objetivos da política industrial o programa PITCE trabalha com a combinação tanto de instrumentos de ação horizontais, que se estendem a todas as atividades econômicas do país, quanto com instrumentos de ação verticais, que atingem somente setores escolhidos, como no caso dos setores de opções estratégicas e das indústrias portadoras de futuro.

A política industrial pode ser descrita e avaliada de acordo com a natureza do instrumento e o alvo pretendido. Existem dois alvos prioritários da política industrial. De um lado, estão as chamadas políticas horizontais (ou funcionais), pautadas em medidas de alcance global. De outro lado, estão as políticas verticais (ou seletivas), desenhadas para fomentar indústrias, cadeias produtivas ou grupos específicos de empresas.” (FERRAZ, DE PAULA E KUPFER, 2002: 559)

Com esse programa o governo passou a dar incentivos para o desenvolvimento de indústrias em todo o país em busca de novos paradigmas produtivos que pudessem melhorar a produtividade e o nível de renda nacional. Em segundo lugar o governo buscava uma maior participação do Brasil no mercado mundial, visto que desde a década de 1.990 a importância do comércio nacional no agregado das transações internacionais foi diminuindo. Em terceiro lugar estava o incentivo do governo para o desenvolvimento de indústrias com elevado potencial para dinamizar a economia. Foram escolhidos aqueles setores considerados estratégicos como semicondutores, softwares e bens de capital. Outras indústrias foram eleitas por serem portadoras de futuro. Dentre elas estão a nanotecnológica e a biotecnológica.

O setor de nanotecnologia, apesar de seu pequeno volume no montante da indústria brasileira, destaca-se por reunir algumas características peculiares. É apontado como o carro chefe da quarta revolução industrial mundo afora e internamente é visto

como esperança para o desenvolvimento da indústria e estabelecimento de novos padrões de produção. Hoje em dia ela já está presente nos mais diversos tipos de produtos, abrangendo desde cremes hidratantes até novas maneiras de armazenagem de energia. Outro ponto fundamental para a sua escolha é que os produtos desenvolvidos por esse setor possuem grande valor agregado e requerem desenvolvimento técnico especializado, originando investimento em P&D, o que é muito benéfico para a economia dos países produtores, dados os *spill overs* (transbordamento) de técnicas, inovações e profissionais para as demais indústrias.

Porém existem entraves ao desenvolvimento do setor no Brasil. Grande parte dos desafios nacionais para o crescimento do setor estão ligados a formação de mão-de-obra capacitada visto que em comparação com os países de vanguarda, principalmente Japão e Estados Unidos, nota-se a falta de pesquisadores. Esses países também já desenvolvem pesquisas em todos os campos dessa ciência – nanomateriais, nanointermediários, nanoaplicações e nano ferramentas – fato ainda distante da realidade da indústria nacional.

Diante de todas as nuances da PITCE e do setor de nanotecnologia, o objetivo deste trabalho é avaliar os propósitos e os resultados obtidos através da política industrial no campo da nanotecnologia.

Partindo desta problemática, mostraremos as linhas gerais da PITCE, desvendaremos as políticas horizontais e verticais que foram delineadas pelo governo para o desenvolvimento do programa em geral, apresentaremos o setor de nanotecnologia antes e depois da política e apontaremos os resultados apresentados pela indústria no período.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Demonstrar a importância de uma política industrial bem estruturada para o desenvolvimento da indústria de nanotecnologia no país, assim como a importância dos investimentos promovidos pela PITCE para o setor no país.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a. Definição de Política Industrial e seu histórico;
- b. Detalhar PITCE e seus instrumentos;
- c. Apresentar o setor de nanotecnologia;
- d. Mostrar a relevância que os investimentos têm alcançado no setor;

1.2.3 Justificativa

Em um mundo globalizado em que a competitividade entre as empresas é cada vez maior a diferença entre os líderes e os demais concorrentes tende a ser menor. O mesmo acontece entre indústrias e países.

No Brasil, a opção estratégica por uma política industrial sempre esteve diretamente ligada ao desenvolvimentismo. A política de substituições de importações foi desenvolvida para apoiar o crescimento da indústria nacional, abrangendo as décadas 1950-1970. O que a PITCE propôs foi uma mudança de foco. Com o olhar atento no futuro foram escolhidas estratégias que impulsionem a dinâmica de toda a indústria produtiva nacional, que atualmente pouco investe em inovação e diferenciação de produtos, e indústrias para acelerar o seu desenvolvimento e aumentar a participação do país no comércio exterior, para chegar à linha de frente em questões tecnológicas (*targeting*), consolidar a diversificação da indústria nacional e o importante crescimento da mesma em âmbito mundial.

A relevância do estudo está em demonstrar a importância dessa decisão estratégica para desenvolvimento da indústria de nanotecnologia que foi agraciada com o apoio governamental.

2 METODOLOGIA

A metodologia científica é o uso de uma ou mais técnicas pelo acadêmico no direcionamento e no desenvolvimento do seu trabalho. Método científico é definido por um conjunto de procedimentos capazes de organizar o conhecimento, ajudando a escolher o melhor caminho a ser percorrido para se chegar à verdadeira ciência (GIL, 2002). Tomando essa definição para o desenvolvimento do presente trabalho em que se irá descrever a relação do Estado brasileiro com o desenvolvimento da indústria de nanotecnologia a partir da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), escolheu-se o método dialético por apresentar-se como o mais adequado para a discussão do tema proposto, pois parte-se de uma posição já conhecida sobre política industrial, ou seja, uma visão geral, para um caso em particular, a PITCE.

Para o desenvolvimento do primeiro será necessário a pesquisa e tratamento de material bibliográfico, através de livros, revistas, artigos, periódicos, que tratem do assunto em questão. A internet também será fonte de pesquisa para esse trabalho visto que oferece enormes possibilidades para pesquisa em material de diversas origens e linhas de pensamento que podem enriquecer o debate sobre o assunto.

Será feito uso de técnicas de pesquisa exploratória e qualitativa. A pesquisa exploratória de acordo com MALHOTRA é “um tipo de pesquisa que tem como principal objetivo o fornecimento de critérios sobre a situação-problema enfrentado pelo pesquisador e sua compreensão” (2.004). Essa forma de pesquisa permitirá identificar os pontos fortes e fracos da política industrial e das ferramentas utilizadas para promover o desenvolvimento do setor de nanotecnologia. Ainda de acordo com MALHOTRA (2.004), a pesquisa possui natureza qualitativa pois é uma pesquisa “... exploratória, baseada em pequenas amostras, que proporcionam *insights* e compreensão do contexto do problema.

Segundo Minayo (1995, p.21-22):

a pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado, ou seja, ela trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

A autora ressalta a importância de dados concretos e pesquisas baseadas em métodos concretos, da mesma forma que provê a importância ao elemento subjetivo e a capacidade de interpretação dos mesmos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O conceito de política industrial – PI – se altera de tempos em tempos e varia também de autor para autor. É importante ter em conta que a política industrial é um meio não é um fim, logo deve ser usada como caminho para atingir objetivos previamente delineados. Ela é um instrumento de transformação, não só da indústria, mas do desenvolvimento geral da nação nos seus mais diversos aspectos socioeconômicos, como distribuição de renda, educação, desenvolvimento das instituições do Estado de suporte à indústria, infraestrutura, entre outros. Uma boa definição de política industrial é a dada por Suzigan e Furtado.

“...essencialmente um mecanismo de coordenação de ações estratégicas do governo e de empresas visando o desenvolvimento de atividades indutoras de mudança tecnológica ou de solução de problemas identificados por esses atores no setor produtivo da economia” (Suzigan, Wilson e Furtado, João “Política Industrial e Desenvolvimento”, in: Revista de Economia Política, vol. 26, nº 2 (102), abril-junho, 2006, p.175)

Os autores descrevem a política industrial nos moldes contemporâneos, para uma economia dotada de relevante estrutura física, com setor industrial diversificado e relativamente avançado, como o caso brasileiro. Mas nem sempre foi assim. As PIs surgiram como ferramenta para sanar problemas referentes ao nível de emprego ou crises do sistema econômico que afetavam a dinâmica das economias nacionais. Comum exemplo deste tipo de política foi aquela adotada após Crise de 1929 nos Estados Unidos que gerou impactos na década de 1930 no Brasil e no restante do mundo.

Deve-se ter em conta que a política industrial, antes de qualquer outra condição, deve ser adequada ao seu momento histórico e às condições macroeconômicas do país ou região. No Brasil, antes de 1930 não havia relevante preocupação com o setor industrial por parte do Estado. A produção interna era restrita a alguns bens de consumo populares (indústria têxtil algodoeira) e a dinâmica industrial era fraca. Até esse momento a economia do país se destacava, pelo lado da produção, basicamente com o

café, de produção extensiva, cultivado em grandes propriedades e sem preocupação com a produtividade. Pelo lado da demanda, exceto alguns bens de consumo produzidos no país, importava-se tudo, roupas, bens de consumo duráveis e bens de capital, sem restrições.

Esta estrutura era responsável pela dinâmica da economia caracterizada por períodos de escassez de moeda estrangeira no país e estrangulamentos no balanço de pagamentos. Com o advento da crise surgiram sérios problemas no balanço de pagamentos gerados pela queda do valor agregado das exportações e a consequente falta de dinheiro para bancar as importações. Enfim, uma crise que afetou toda a estrutura produtiva e econômica. A dinâmica da economia fora alterada e passou a se sustentar no mercado interno. Começava assim, mesmo que de forma inconsciente o Processo de Substituição de Importações – PSI. Esse momento histórico é descrito por Prebisch a seguir

A grande depressão mundial marca definitivamente o fim desta forma de desenvolvimento (...).Ante a impossibilidade de manter o ritmo anterior de crescimento das exportações tradicionais, ou de o acelerar, impõe-se então a substituição de importações – principalmente das indústrias – para contrabalançar essas disparidades, e inicia-se assim o desenvolvimento para dentro dos países latino-americanos. (PREBISCH, 1964, p. 86)

Assim como o Brasil, o México e a Argentina são outros exemplos dessa mudança e começaram a trilhar caminhos muito parecidos a partir desse momento. Buscava-se desenvolver a indústria interna para diminuir a dependência externa e ter proteção contra futuras crises externas. Após esse primeiro passo acidental na direção da substituição de importações, o governo brasileiro passou a apoiar o crescimento do mercado interno, protegendo a indústria e apoiando setores que já tinham destaque. Isso foi feito através de regulações, barreiras à importações, incentivos fiscais às exportações, crédito facilitado entre outras medidas. Versiani e Suzigan citam a influência do Estado na indústria a partir da década de 1930. Vejamos o que eles dizem a respeito.

Apesar de não se chegar a formular uma estratégia que coordenasse os instrumentos de ação do Estado com vistas à industrialização, várias tentativas de planejamento do desenvolvimento econômico foram realizadas nesse período, denotando a preocupação dos responsáveis pela política econômica (e da classe industrial emergente) com a necessidade de promover a industrialização como alternativa de desenvolvimento econômico e social. (VERSIANI e SUZIGAN. 1990, p. 26)

Esse processo se estendeu pelas cinco décadas posteriores e teve três fases distintas. Cada um desses períodos retrata o grau de desenvolvimento macroeconômico do momento, o que gera novos horizontes para a aplicação da política industrial no país.

...dado que a globalização torna necessária a renovação da competitividade em caráter permanente, a política industrial, do mesmo modo, deve ter caráter permanente, ou ainda, deve ser continuamente renovada. (INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – IEDI – Indústria e Política Industrial no Brasil e em Outros Países, 2011, p. 71)

No início do processo o objetivo era modificar a estrutura da produção econômica interna e durante cerca de 20 anos o Brasil lutou para reverter esse problema. A cada etapa vencida surgiram novos desafios para a economia que necessitavam de novas medidas para manter o país no caminho do desenvolvimento. Em meados da década de 1950, Juscelino Kubitschek implantou o seu ambicioso Plano de Metas. A indústria nacional avançou com a instalação da indústria automotiva e de indústrias de base. Foram criadas empresas como a Petrobrás, a CSN e a Eletrobrás. A construção de rodovias também mereceu atenção do governo.

No período dos governos militares ocorreram a implantações do I e do II Plano Nacional de Desenvolvimento. O I PND visava colocar o Brasil no rol das nações desenvolvidas até o final do século XX. Para isso desejava-se disseminar o progresso econômico, modernizar instituições, distribuição de renda e fortalecer a empresa nacional.

O II PND propôs-se a promover ajustes conjunturais na estrutura econômica do país para enfrentar a crise do petróleo e o fim do “milagre brasileiro”.

Entre o fim do II PND e a PITCE no ano de 2.003, pouco foi feito, salvo medidas de incentivo isoladas (como a instituição de uma reserva de mercado e de regime tributário e financeiro para as empresa nacionais do setor de informática na década de 1.980, ou a criação dos Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia que se tornaram o mais importante instrumento de incentivo à pesquisa e inovação nas mãos do governo federal).

Todas essas políticas de apoia a indústria foram baseadas em uma combinação de ações para o desenvolvimento de toda a economia, medidas horizontais, e outras com

foco restrito à áreas e setores específicos – instrumentos verticais – na busca por impulsionar a política econômica do Brasil.

O crescimento constante dos diversos setores da indústria é fundamental para o desenvolvimento de uma nação e para a criação de possibilidades e perspectivas futuras a cerca dessa economia. Mas como será feito esse caminho entre o presente e o futuro? Pode-se deixar que a *mão-invisível* do mercado seja o guia, sob a sorte de perspectivas e expectativas econômicas de diversos agentes, expectativas essas que são variáveis no curto e no longo prazos. Outra alternativa, usada em diversas oportunidades, é a participação ativo ou reativa do Estado em conjunto com a iniciativa privada guiando a indústria para o caminho que ele julga ser futuramente mais vantajoso sob importantes aspectos socioeconômicos.

Sobre a adoção de uma Política Industrial Suzigan e Furtado sugerem que

“A PI constitui, em vários sentidos, uma ponte entre o presente e o futuro, entre as estruturas e as instituições que existem e aquelas que estão em processo de constituição e desenvolvimento. Ela pode constituir um instrumento importante para lidar com as incertezas, mas não é capaz de removê-las inteiramente.”(SUZIGAN, FURTADO, 2006, p 165-166)

Diversos são os instrumentos usados na promoção da atividade industrial, seja ela geral, seja para setores escolhidos como campeões. De acordo com a visão de Ferraz, de Paula e Kupfer (2002) eles são divididos em dois regimes: de regulação e de incentivos. Este regime visa à impulsionar a pesquisa e o desenvolvimento através de instrumentos como oferta de vantagens fiscais, crédito e estímulo a exportação. Já o regime de regulação tem a função de agir sobre a competitividade entre as empresas, aumentando ou a diminuindo a pressão entre elas conforme o desejo da política industrial. Destacam-se por sua vez o uso de políticas antitruste e comercial e de proteção à propriedade intelectual.

De acordo com os objetivos da PI esses instrumentos são coordenados de modo horizontal, alcançando toda a indústria do país, ou vertical, com a seleção de indústrias ou setores que serão agraciados com benefícios para o desenvolvimento da sua atividade.

Conceituam Ferraz, de Paula e Kupfer “As *políticas industriais horizontais* são aquelas que buscam melhorar o desempenho da economia na sua totalidade, sem

privilegiar alguma indústria específica.”(2002, p.559 – Economia Industrial). Ou seja, são ferramentas usadas pelo Estado que beneficiam à todas as indústrias sem distinção.

A aplicação de políticas industriais de cunho vertical são em geral alvo dos críticos, seja pela forma como são selecionados os setores, seja pela preferência por determinado(s) setor(es) em detrimento do restante da indústria.

As políticas verticais ou setoriais devem ser, desde a sua concepção, definidas e tratadas como temporárias, apresentando os meios de incentivo, seus prazos e finalidades bem delineados.

Sobre os instrumentos verticais, Ferraz, de Paula e Kupfer afirmam que “... a partir de decisões estratégicas, o Estado mobiliza parte dos instrumentos anteriormente descritos, focalizando e privilegiando um conjunto de empresas, indústrias ou cadeias produtivas.”(2002, p.560 – Economia Industrial). Nota-se que estes têm menor importância, e devem ser assim usados em uma política industrial *lato sensu*.

As políticas industriais em geral fazem uso combinado de instrumentos verticais e horizontais.

“Na concepção de política industrial, as medidas horizontais devem ser consideradas primordiais e de caráter permanente. Por sua vez, as políticas voltadas para setores e/ou cadeias produtivas devem aparecer como complementares, transitórias, com objetivos específicos e claramente definidos.” (INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – IEDI 2011, p. 71-72)

Dada a natureza evolutiva do tema política industrial este deveria estar sempre ligado ao tema inovação. De acordo com Schumpeter (1982), o sistema econômico não atua de forma linear mas sim de maneira descontínua, com rupturas e desequilíbrios que concedem a economia esse caráter dinâmico. Esse dinamismo é exatamente o que a política industrial com viés para inovação busca através da introdução de um novo produto ou alteração no modo de produção. Para o autor os dois casos acima representam mudanças de ordem qualitativa. Ele coloca outros três tipos de inovação capazes de induzir alterações qualitativas:

- 1) Introdução de um novo bem – ou seja, um bem com que os consumidores ainda não estiverem familiarizados – ou de uma nova qualidade de bem. 2) Introdução de um novo método de produção, ou seja, um método que ainda

não tenha sido testado pela experiência no ramo próprio da indústria de transformação, que de modo algum precisa ser baseada numa descoberta cientificamente nova, e pode consistir também em nova maneira de manejar comercialmente uma mercadoria. 3) Abertura de um novo mercado, ou seja, de um mercado em que o ramo particular da indústria de transformação do país em questão não tenha ainda entrado, quer esse mercado tenha existido antes, quer não. 4) Conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados, mais uma vez independentemente do fato de que essa fonte já existia ou teve que ser criada. 5) Estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria, como a criação de uma posição de monopólio (por exemplo, por trustificação) ou a fragmentação de uma posição de monopólio. (SCHUMPETER, Joseph A. 1982.

Esse é o desafio de uma política industrial que se dispõe à alterar as condições da sociedade em que está inserida. *Upgrade* tecnológico para alavancar produtos, processos produtivos, renda agregada e qualidade de vida da população.

4 PITCE – DESAFIOS E OPORTUNIDADES

A PITCE foi elaborada após extensas pesquisas envolvendo órgãos públicos e privados com a intenção de mudar o paradigma produtivo nacional. O IPEA – Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas – uniu forças ao IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – para coordenar estas pesquisas sobre padrão produtivo, inovação e desempenho da indústria brasileira e apresentar os resultados à Câmara de Política Econômica (CPE). Na CPE deliberou-se sobre as características para uma política industrial eficiente e moderna para o país. Dada a abrangência e complexidade da tarefa, para a definição dos rumos dos diversos programas foi definido o comitê executivo da PITCE, formado por representantes de diversos ministérios, entre eles do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), da Ciência e Tecnologia (MCT), da Fazenda (MF), Casa Civil e Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), e outras entidades como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e IPEA. E foi através desse esforço de organização institucional que foi possível construir um documento chamado “Diretrizes da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior”, contendo os objetivos e as linhas de atuação da PITCE. Publicado em novembro do ano de 2003, os objetivos ficaram definidos como: crescimento industrial sustentável, crescimento econômico e geração de emprego e renda.

É impossível falar sobre a PITCE e esquecer-se do termo inovação. Ele é o elo dos objetivos dessa política para indústria nacional. Durante boa parte do século XX a preocupação com a indústria no país era a criação de capacidade produtiva e desenvolver capacidades internas, afastando a dependência internacional relativas à produção e ao consumo. A PITCE é um marco no pensamento da economia nacional. Sua organização e atuação foram definidas de acordo com o cenário macroeconômico do início do milênio, com 3 eixos complementares de ação. São eles:

1. Linhas de Ação Horizontais;
2. Opções Estratégicas;
3. Atividades Portadoras de Futuro.

Eles serão trabalhados individualmente a partir da próxima seção e tratam sobre os caminhos escolhidos para a PITCE em busca da meta de aumentar a eficiência da indústria nacional, incentivo a inovação e a diferenciação de produtos e uma maior participação e competitividade nos mercados internacionais.

4.1 LINHAS DE AÇÃO HORIZONTAIS

Já foi exposto no início do trabalho que as políticas horizontais têm como alvo toda a malha industrial, sem preferências ou exclusões. O planejamento da PITCE estabeleceu um rol de iniciativas contendo os incentivos para a iniciativa privada. São ações que atingem a regulação de patente de produtos, atividades de incentivo à exportação, aumento da eficiência da produtividade (modernização da indústria), até a criação de organismos para adequação das necessidades institucionais e colocação das empresas nacionais em condições de competição com as suas congêneres estrangeiras.

4.1.1 Inovação e Desenvolvimento Tecnológico

Segundo dados do IBGE em pesquisa realizada no ano 2.000 apenas 1,7% das indústrias brasileiras inovam e diferenciam produtos. Deve-se ter em conta que a inovação tem impacto positivo no preço de venda dos produtos e outros fatores ligados ao desempenho da firma, como a qualidade do posto de trabalho e a remuneração dos funcionários.

A PITCE trabalhou em cima dos fatos geradores desse problema criando a estrutura necessária para a revitalização do sistema nacional de inovação. Nesse sentido foi sancionada pela presidência da república a Lei da Inovação, que estreitou a relação entre universidades e institutos de pesquisa com a iniciativa privada para o desenvolvimento de projetos. Além disso, promoveu mudanças nos parâmetros de mediação do INMETRO, atuou na reestruturação do INPI e, através do Decreto 4.928, no apoio a P&D, programas de certificação de produtos e registro de patentes, protegendo o investimento financeiro e intelectual daqueles que desenvolverem produtos no território brasileiro.

4.1.2 Inserção Externa

Buscando melhorar as condições de participação e do dinamismo do Brasil no comércio mundial, foi definida essa linha de atuação para desenvolver uma cultura competitiva nas indústrias nacionais. As formas de ação são bastante interessantes. Destaca-se a atuação da APEX, agência ligada ao MDIC, com o fortalecimento da marca “Brasil”, agindo na prospecção de mercados consumidores, cuidando da imagem,

e promovendo os produtos brasileiros no exterior. Para que isso ocorra, foram criados selos de certificação de origem que agregam tecnologia e valor à marca, promoção de itens como *softwares* e máquinas em feiras internacionais e internacionalização de empresas nacionais. De acordo com Salerno (2006, p.23) “Um país que almeja uma posição mais destacada no cenário das nações não pode prescindir possuir as “suas” multinacionais, dadas as evidentes vantagens comerciais, tecnológicas e políticas”.

Outra medida importante no campo da regulamentação foi o Programa Brasil Exportador que tirou barreiras simplificando e reduzindo custos das exportações, facilitando o acesso a financiamento, promovendo a celeridade nas atividades aduaneiras e redução da carga tributária.

4.1.3 Modernização Industrial

Esse programa promoveu condições facilitadas para as empresas realizarem a compra ou troca de equipamentos e investimento em mudanças de padrões de gerenciamento. Como as pequenas e médias empresas têm maiores problemas para acesso a linhas de crédito e sofrem mais em momentos de crise, foram desenvolvidos alguns programas específicos para elas e para os APLs, como o MODERMAQ, financiando a aquisição de máquinas e o PEIEX facilitando o acesso a programas gerenciais mais adequados.

4.1.4 Ambiente Institucional e Capacidade Produtiva

Buscava-se adequar as condições do país que propiciassem o desenvolvimento e crescimento das indústrias. Foram criadas entidades para tratar especificamente dessa questão, casos da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – a ABDI – que é o elo entre os setores público e privado e têm por objetivo promover o cumprimento de políticas industriais coordenando os esforços de políticas de inovação, ciência, tecnologia e comércio exterior. E do Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial – a CNDI, responsável por formular políticas nacionais e medidas destinadas à promoção do desenvolvimento da indústria nacional.

Também fazem parte do programa medidas como a simplificação de procedimentos nos portos e aeroportos para produtos em exportação e medidas para reduzir o tempo necessário para abertura e fechamento de empresas. Investimento em infraestrutura, como a identificação de pontos de estrangulamento em portos e aeroportos. Essas ações promovem a competitividade da indústria internamente e geram condições de inserção internacional.

4.2 OPÇÕES ESTRATÉGICAS

É o eixo com atuação mais restritiva da PITCE, sendo que para a definição dos setores privilegiados com seus incentivos foi necessário o estabelecimento de sete critérios. Segundo Salerno (2006, p.27), deveriam ser incentivadas atividades que sejam:

1. portadoras de dinamismo crescente e sustentável;
2. responsáveis por parcelas expressivas do investimento internacional em P&D;
3. promotoras de novas oportunidades de negócios;
4. envolvidas diretamente com a inovação de processos, produtos e formas de uso;
5. capazes de adensar o tecido produtivo;
6. importantes para o futuro do país;
7. com potencial para o desenvolvimento de vantagens comparativas dinâmicas.

Postas as necessidades do país, foram eleitos os setores de semicondutores, *software*, bens de capital e fármacos e medicamentos como estratégicos para o desenvolvimento da economia nacional.

4.2.1 Fármacos e Medicamentos

Salerno (2006, p.45) dá uma boa definição para esse setor: bens sociais e estratégicos. Tendo em conta que os mais diversos problemas de saúde no país – tais como epidemias e pandemias – são tratados pelo sistema de saúde público, é relevante a importância da diminuição da dependência dos produtores internacionais e do déficit apresentado pelo setor. Hoje a indústria farmacêutica do país, assim como as demais indústrias, apresenta-se com pequena participação em inovações. Ela restringe-se a embaladora, com déficit de aproximadamente US\$ 2,5 bilhões ao ano (Salerno, 2006).

Um dos grandes desafios para o desenvolvimento da produção nacional encontra-se no marco regulatório e refere-se à rastreabilidade e às boas práticas de manipulação das substâncias utilizadas na fabricação dos medicamentos. Os itens fármacos não apresentavam atestado de qualidade ou de procedência. Com isso, muitas das matérias-primas negociadas no mercado interno são adquiridas por valores mais baixos do que outras de qualidade superior. Mas, devido a necessidade de tratamento desse produto seu custo final torna-se mais alto, afetando especialmente os laboratórios públicos.

A produção de medicamentos genéricos é igualmente relevante, sendo apoiada pelo governo. Caso latente o de doenças como Aids e outras DST que são responsáveis por grandes gastos do setor.

O programa – financiado pelo BNDES – estimula o crescimento da produção de fármacos e medicamentos através do aumento da capacidade das plantas já instaladas, adequação às melhores regras de rastreabilidade e manipulação das matérias-primas, investimento em P&D e incentivo à fusões e aquisições como forma de consolidação de marcas e empresas. Produção de genéricos, modernização dos laboratórios públicos e pesquisas na biotecnologia e exploração da biodiversidade são outros dos objetivos para o setor.

4.2.2 Semicondutores

O intuito da escolha do setor é que o país possa absorver as vantagens do seu desenvolvimento em território nacional. O setor é intensivo em tecnologia e consequentemente seus produtos têm alto valor agregado. Além disso o Brasil apresentava alto déficit no setor, aproximadamente US\$ 6 bilhões ao ano.

Segundo Salerno (2006),

Os semicondutores são a mola propulsora do complexo eletrônico. Dados disponíveis internacionalmente mostram que este segmento cresce acima da expansão das economias nacionais e é motivo de políticas agressivas de diversos países no sentido de atração de investimentos. O segmento apresenta forte crescimento, acima dos PIBs nacionais, e permeia inúmeras atividades, da agropecuária (*chip* de boi, agricultura de precisão) a aplicações militares.

O país espera aproveitar-se do constante crescimento do setor, que apresenta taxas superiores ao crescimento dos PIBs nacionais como destacado acima, para inverter o fluxo deficitário apresentado anualmente. Além disso, serão prospectados as maiores empresas do setor para a instalação de matrizes produtos em território nacional que incluam equipes de P&D.

O projeto de capacitação local divide-se em duas etapas. Inicialmente deseja-se atrair a produção de *SOC* – System on Chip – ou sistemas de uso específico predefinido, como eletrodomésticos. Como os sistemas são desenvolvidos fora do país, grande parte do valor arrecadado com o setor seria destinada para o país de origem. Em uma segunda etapa espera-se desenvolver competência para a internalização de todo o processo evitando o escoamento desses valores.

Dado o estágio inicial da indústria de semicondutores, paralelamente ao programa de capacitação ocorre um esforço para a atração de investimento na fabricação, que de imediato resultou na instalação de uma fábrica de memória e módulos de memória utilizados em microcomputadores e televisores. Essa atitude revela a capacidade do país para a atração e o desenvolvimento de atividades de médio e alto padrão tecnológico, desde que com o devido ambiente para o seu crescimento.

4.2.3 Software

Mesmo com o setor apresentando crescimento médio, no Brasil, de 11% ao ano entre 1995 e 2000, até 2003, a produção da indústria nacional era particularmente

pequena. Por outro lado, as empresas brasileiras da área se destacam na produção de programas para as áreas financeira, de telecomunicações e de supercomputadores e também por serem criativas e flexíveis.

Os desafios do setor são relativos ao porte das empresas nacionais, a falta de confiabilidade nos produtos e a inserção em outros mercados. Dessa forma, o programa para o setor foi baseado em um tripé: fortalecimento da indústria, exportação de produtos e serviços e inclusão digital.

O BNDES assume papel fundamental no fortalecimento da indústria. Destacam-se o apoio as novas linhas que financiam tanto os produtores quanto os consumidores dos softwares nacionais e também o aporte para consolidação e fusão de empresas do setor promovendo ganhos de escala e crescimento da competitividade. Outro ponto relevante é a internacionalização do software no mercado internacional, aproveitando as características já destacadas e aperfeiçoando o modelo de negócios (abordagem, *mix* de soluções, pós-venda, etc) aumentando as chances de fechar negócios.

Quanto a exportação de produtos e serviços o destaque fica por conta da nova plataforma de exportação de serviços que traz avanços competitivos para a indústria, impulsionados pela desoneração de tributos proporcionados pelo REPES – Regime Especial de Tributação para Empresas Exportadoras de Software.

No campo da inclusão digital, que presenciamos se desenvolver nos últimos anos, o acesso à informação e à novas oportunidades de desenvolvimento de habilidades pessoais se deu através da internet e da presença de computadores entre todas as classes sociais. Em algumas cidades o acesso à internet foi disponibilizado gratuitamente em bibliotecas e alguns órgãos do governo municipal, estadual e federal. Foram zeradas as alíquotas de PIS/PASEP e Cofins para a produção de itens essenciais para microcomputadores, como telas de cristal líquido. Essas medidas combinadas permitem que microcomputadores sejam adquiridos com preços a partir de R\$ 1.200,00, facilitando o acesso de pessoas de todas as classes sociais aos benefícios dessa tecnologia.

4.2.4 Bens de Capital

O setor é responsável pela irradiação do progresso tecnológico. O Brasil tem destaque em campos que exigem menor desenvolvimento técnico e apresenta problemas em setores que exigem excelência, como eletrônica e mecânica fina. Para competir com a indústria internacional o BNDES oferece linhas especiais de financiamento para o setor de bens de capital do país.

O núcleo do programa está na criação e desenvolvimento de demanda interna, fortalecendo o produtor nacional. Os pilares para o desenvolvimento do setor são a expansão de programas de financiamento de máquinas e equipamentos (FINAME e MODERMAQ) e também para projeto produção e compra de bens por encomenda.

4.3 ATIVIDADES PORTADORAS DE FUTURO

Algumas atividades foram escolhidas por sua capacidade dinâmica. Para o eixo de atividades portadoras de futuro o CNDI e a ABDI selecionaram áreas em que a indústria nacional apresenta predados que podem representar o caminho para o futuro da economia. São setores incipientes no país e que já apresentam vulto em pesquisas, número de pesquisadores e volume de negócios para os países líderes. É o caso da nanotecnologia, biotecnologia, energias renováveis, biomassa e atividades derivadas do protocolo de Quioto. Esses setores são alvo de programas e medidas verticais, devida a sua relevância, e também de atividades horizontais.

As atividades de biocombustíveis já recebem atenção e apoio do governo. A difusão da tecnologia *flex* para carros dá importante suporte para essa indústria. Destacam-se entre as energias renováveis o álcool e o biodiesel.

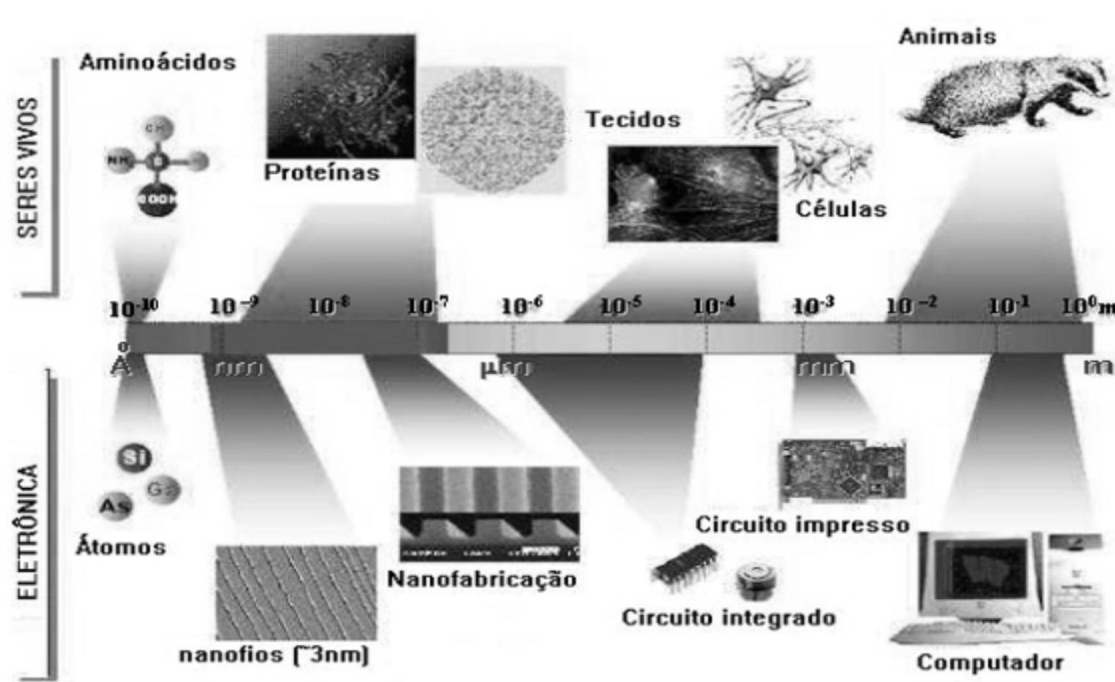
Para as atividades de nanotecnologia e biotecnologia os desafios estão na relação pesquisa e produto. Já existem algumas entidades envolvidas em pesquisas na área, porém as tecnologias desenvolvidas não têm se convertido em produtos. As principais medidas para reduzir a diferença entre a produtividade acadêmica e a produção industrial na área foram a criação do CBAN – Centro Brasileiro-Argentino de Nanotecnologia – e a elaboração de editais de incentivo a pesquisas.

Para a área de biotecnologia ainda se destacam a coordenação público-privada na capacitação de recursos humanos, na criação de infraestrutura e elaboração de marco regulatório contemporâneo.

5 A NANOTECNOLOGIA

Quando se fala em nanotecnologia deve-se ter a percepção da diferença de grandeza entre o mundo macroscópico e que se enxerga à olho nu e o mundo da escala nano, ou microescala. A nanotecnologia é um universo gigantesco em pequena escala. Por padrão científico, os objetos são classificados em escalas relativas a 1 metro. A nanotecnologia trabalha em uma ordem de grandeza 10^{-9} , ou seja, 0,000.000.001 metro, ou 1 bilionésimo de metro. Para se ter uma ideia, o diâmetro de um fio de cabelo é 100 mil vezes maior do que 1 nanômetro. Essa é a mesma escala dos átomos. E é nessa escala, difícil até de se imaginar, que os pesquisadores trabalham criando compostos e alterando estruturas, desenvolvendo novos produtos que destacam características presentes na sua composição, que já fazem parte da vida das pessoas. A figura 5.1 ajuda a imaginar essa proporção.

Figura 5.1 Escala da nanotecnologia



Áreas do conhecimento humano como química e biologia já trabalham em escalas nanométricas há mais de 100 anos. Mesmo com todos os obstáculos para se estudar e trabalhar estruturas nessa medida, as pesquisas em nanotecnologia englobaram outras áreas do conhecimento como as engenharias e a física. Atualmente, com o crescente domínio humano dessa reduzida dimensão, o setor tem atraído os olhos de diferentes indústrias e setores acadêmicos principalmente pelas expectativas quanto aos frutos do desenvolvimento para a tecnologia e para a economia.

Na década de 1960, a nanotecnologia passou a ser encarada como um caminho viável de alteração e manipulação de moléculas, que é o modelo que se estabeleceu e segue como base para as pesquisas atuais. Dessa forma a estrutura de materiais passou a ser modificada e alterada de forma útil, aproveitando seus predicados e, por exemplo, tornando-os mais leves ou mais resistentes. Foi a partir dos anos 1980 que o interesse na área começou a ganhar corpo com pesquisas direcionadas para nanopartículas e miniaturização. Diversas empresas privadas perceberam que essa poderia ser a indústria do futuro e começaram a investir tempo e muito dinheiro em pesquisas. O primeiro grande passo foi a construção de um microscópio eletrônico de varredura por tunelamento¹ que permitiu pela primeira vez se enxergar material em escala nanométrica. Desde então os avanços têm sido notáveis, com o aumento da capacidade de controle dos materiais e as possibilidades que esse fato gerou. Hoje em dia a manipulação de nanomateriais para a elaboração de produtos permite a criação de itens como instrumentos médicos e fármacos para o tratamento de doenças, cosméticos e materiais mais leves e resistentes para prática de esportes ou na fabricação de carros, aviões e espaçonaves, entre outros usos.

Escolhida pelo grupo de coordenação da PITCE como um dos setores portadores de futuro da economia brasileira, as expectativas inerentes ao setor são de que gere desenvolvimento industrial, tecnológico e financeiro.

Nos capítulos a seguir serão destacados aspectos da nanotecnologia no mundo e no Brasil. Inicialmente serão expostos dados que demonstram a importância dos processos de P&D e inovação, na sequência serão observados dados relativos à inovação e indústria. Finalizando com o mercado que envolve o setor.

5.1 NANOTECNOLOGIA NO MUNDO

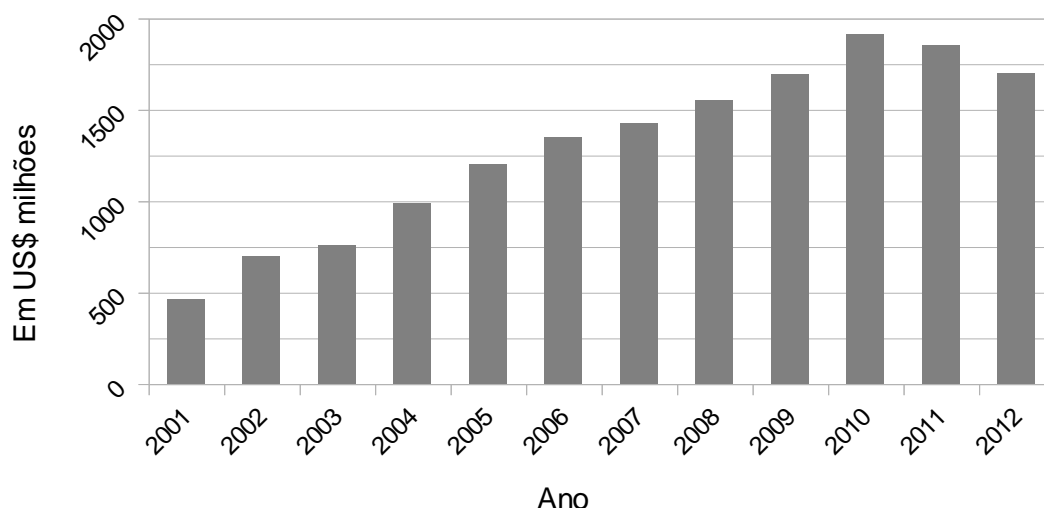
No ano 2.000 o governo dos Estados Unidos investiu US\$ 485 milhões na criação do *National Nanotechnology Initiative – NNI*, na Universidade da Califórnia, impulsionando os estudos e as expectativas sobre a área e tornando a instituição responsável pela coordenação de P&D e promoção da liderança dos EUA no setor. Paralelamente diversos países começaram a desenvolver políticas de apoio à pesquisa e inovação em nanotecnologia. Para se ter uma ideia da relevância do setor, de acordo com a publicação Cartilha da Nanotecnologia, o investimento global em P&D ultrapassa a casa dos US\$ 5 bilhões/ano e existe uma perspectiva para o ano de 2015 de que os negócios envolvendo produtos que possuem nanotecnologia ultrapassem a casa de US\$ 1 trilhão ao ano, chegando à estimativas de US\$ 2,95 trilhões. Pesquisa bibliométrica publicada em 2008 pela Science-Metrix indica um crescimento anual de 16% no número de publicações científicas na área entre os anos de 1996 e 2005. O crescimento é 4 vezes maior do que aquele apresentado pelas pesquisas de todas as áreas de conhecimento. Obviamente, essa evolução tem relação positiva com aos valores investidos em P&D em todo o mundo.

Quando se tem em foco P&D na área de nanotecnologia são encontrados dois recortes que se complementam. De um lado temos as pesquisas coordenadas por universidades. No outro estão aquelas coordenadas por empresas privadas. Apesar de apresentarem focos distintos não é incomum que trabalhem juntas no desenvolvimento de técnicas e produtos.

Segundo a pesquisa supracitada, entre os anos de 1996 e 2006 foram publicados aproximadamente 379.000 trabalhos científicos em nanotecnologia em todo o mundo. Os Estados Unidos são os primeiros colocados nesse ranking responsáveis por 27% do total de publicações. O país investiu em seu programa de nanotecnologia mais de US\$

15 bilhões entre os anos de 2.001 e 2.012, fato que está diretamente relacionado à liderança do país também na solicitação de patentes no setor. O segundo país em publicações é a China, com 49.503 trabalhos. Outros países como Alemanha, Japão e Suíça se destacam no ranking devido ao elevado número de publicações ou ao relevante grau de especialização em algum campo. No mesmo período, a contribuição da produção científica brasileira foi de 4.358 trabalhos, o que coloca o país na 20^a posição em número de publicações.

Gráfico 5.1 Orçamento *National Nanotechnology Initiative* – EUA



Fonte: National Nanotechnology Initiative

Entre as universidades a *University of Tokyo* é a líder com 4.728 publicações – número que supera em 10% as publicações brasileiras. Outras duas universidades do Japão ocupam a segunda e terceira posições desse ranking mundial. São elas *Osaka* com 3.986 e *Tohoku* com 3.922 trabalhos científicos publicados no período.

As empresas privadas que mais investem em P&D são multinacionais. Em muitos países elas patrocinam essas pesquisas e aproveitam as inovações para o desenvolvimento de produtos. Destacam-se a IBM, a NTT, Alcatel-Lucent, Sumitomo,

Hitachi e a Samsung. Juntas elas participaram ou apoiaram mais de 7.300 publicações. As principais empresas em número de registro de patentes estão destacadas na tabela 5.1 a seguir.

Tabela 5.1 Publicações por Empresa

Empresas	Publicações
IBM	1.770
NTT	1.377
ALCATEL-LUCENT	1.198
SUMITOMO	1.127
HITACHI	1.010
SAMSUNG	906

Fonte: Panorama Nanotecnologia – ABDI

Outro aspecto relevante que remete ao desenvolvimento e inovação é o registro de patentes. De acordo com dados de USPTO – United States Patent and Trademark Office – que é a pasta responsável pelo registro de patentes nos EUA, entre os anos de 1.981 e 2.006 foram concedidas patentes para mais de 19.000 produtos, com taxa de crescimento superior à 12% ao ano nas diversas áreas da nanotecnologia. Mesmo que esse número seja pequeno quando comparado ao total de registros de inovações no período – que foi superior a 2,8 milhões – destaca-se a velocidade com que cresce o setor. Enquanto para a indústria em geral a taxa foi de 4,3% ao ano, a nanotecnologia apresenta evolução anual de 12,9%, superando o agregado da indústria em mais de três vezes. Em alguns campos como nanomateriais e nanoeletrônica o número de patentes dobram em menos de 5 anos, como demonstra a tabela 5.2.

Tabela 5.2 Registro de Patentes – USPTO

Campo	Registro de Patentes	Taxa Anual de Crescimento	Tempo em que dobra o nº de patentes – Anos
Materiais	7.132	17,00%	4,4
Eletrônica e Informática	5.502	16,50%	4,5
NEMS	742	16,40%	4,6

Fonte: Science-Metrix (2008), p.137. Base de dados USPTO

Se no campo de publicações as universidades japonesas são líderes não se pode dizer o mesmo em relação a solicitação de patentes de produtos no mercado estado-unidense. Mesmo levando em consideração que o fator regional interfere diretamente nesse dado, ele merece destaque. As 15 primeiras colocadas nesse quesito estão em solo norte-americano. Entre as empresas, novamente as multinacionais são líderes. Percebe-se por sua vez uma clara diferenciação por setor de atuação com liderança para as empresas ligadas aos mais diversos setores de tecnologia da informação e comunicação. Destaque para empresas dos setores de nanomateriais, semicondutores e nanoeletrônica. É relevante também a participação de companhias do setor de nanobiotecnologia com produtos para higiene pessoal e cosméticos.

Os negócios envolvendo a nanotecnologia crescem ano após ano. Esse setor, porém, apresenta características particulares. A nanotecnologia pode tanto estar presente na matéria-prima usada na fabricação de um medicamento ou um material esportivo, quanto embarcado em produtos eletrônicos. Portanto, para dimensionar os valores envolvidos nessa indústria será usada a definição forjada pela Lux Research, instituição responsável por pesquisa e consultoria na área. Para ela, não existe um mercado de nanotecnologia, mas sim uma cadeia de valor, que engloba, matérias-primas, produtos intermediários e chega aos produtos que incorporam a nanotecnologia, como eletrônicos.

Atualmente os produtos que compõem a maior parte desse mercado são do setor químico com 53% de participação, e de semicondutores com 34%. Com a difusão da nanotecnologia a expectativa é de crescimento exponencial desse mercado. Se no ano de 2.004 foram comercializados US\$ 13 bilhões no setor a estimativa é para que em 2.015

o mercado ultrapasse a casa de US\$ 2,95 trilhões ao ano envolvendo bens manufaturados contendo alguma forma de nanotecnologia.

Tabela 5.3 Mercado de Nanotecnologia - Mundo

Ano	Valor em US\$ bilhões
2.004	13
2.007	135
2.012*	693
2.015*	2.950

* estimativas

Fonte: ABDI

5.2 NANOTECNOLOGIA NO BRASIL

Se os primeiros passos de forma coordenada na direção do apoio à indústria nanotecnológica no país foram dados com o lançamento da PITCE em 2.004, antes disso era possível encontrar somente iniciativas de empresas e atividades de pesquisa isoladas na área. Como se trata de um setor incipiente, a nanotecnologia tem enfrentado diversos obstáculos para se desenvolver. Serão apresentados aspectos da indústria de nanotecnologia antes e depois da referida política industrial como base de comparação.

5.2.1 Investimentos e Infraestrutura

Para desenvolver a infraestrutura de um setor industrial é preciso estabelecer o adequado balanço entre estrutura física e de pesquisas capazes de sustentarem e inspirarem ambos, indústria e pesquisadores. Como será visto no decorrer desse capítulo isso tem um custo político e financeiro.

A necessidade de criação de infraestrutura adequada para o desenvolvimento de um setor chave para o futuro da indústria nacional é conceituado de forma pertinente no relatório Panorama da ABDI.

“As nanotecnologias constituem um conjunto diversificado de tecnologias que necessita de instrumentação avançada, desde o nível dos laboratórios de grupos até as grandes facilidades nacionais. Torna-se evidente a necessidade de equipamentos no estado-da-arte, para que as atividades de P&D e de nanometrologia, realizados no Brasil, logrem êxito e possam prover uma base sustentável para o desenvolvimento industrial. (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI, 2010, p. 109)”

Com o intuito de criar uma poderosa rede de pesquisas no país capaz de elevar os padrões de inovação nacionais, o governo brasileiro investiu entre os anos 2.000 e 2007 mais de R\$ 194 milhões em pesquisas em nanotecnologia através de centros de pesquisas e universidades – valor modesto quando comparado ao valor de US\$ 485 milhões destinado somente à criação do centro de coordenação de pesquisas nanotecnológicas dos EUA.

Esse valor foi distribuído entre as diversas prioridades do Brasil para o setor. Parte foi aplicada em infraestrutura e qualificação técnica, como o estabelecimento de redes de pesquisa e pesquisadores de diferentes instituições e a criação de institutos de pesquisas centradas em nanotecnologia. Outra parte foi destinada à pesquisas setoriais em parceria com empresas – estreitando a distância entre pesquisadores e aplicação industrial – criação e aparelhamento de laboratórios, entre outros. Destacam-se como

agentes de fomento o CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – e o Finep – Financiadora de Estudos e Projetos.

Como afirma o relatório Panorama Nanotecnologia (2.010) da ABDI que coletou dados significativos a respeito da aplicação dos recursos e de sua distribuição entre instituições e programas financiados, não é possível estabelecer os valores exatos do investimento em nanotecnologia feito pelo governo federal. Isso ocorre pois entre as pesquisas financiadas pelo CNPq na área de física pelo menos 20% tem ligação com o setor. Outro ponto é que os valores investidos em pesquisas nanotecnológicas realizadas pela Agência Espacial Brasileira – AEB – não estão disponíveis na página do MCT.

Se por um lado os valores disponibilizados para investimentos são pequenos em comparação com outros países, por outro eles foram suficientes para estimular grande evolução em alguns aspectos. A publicação dos primeiros editais de financiamento para o setor no ano de 2.001 beneficiou a operação e articulação das quatro primeiras redes de pesquisas em nanotecnologia do país – Nanobiotec, Nanomat, Renami e Nanoseminat – possibilitando a consolidação e fortalecimento dessas estruturas, com pesquisas coordenadas mesmo quando apresentando enormes distancias geográficas entre os pesquisadores. No mesmo ano foram publicados outros 4 editais que liberaram mais de R\$ 22 milhões para o estabelecimento de quatro Institutos do Milênio conforme tabela 5.4

O relatório Panorama Nanotecnologia (2010) da ABDI define a importância do estabelecimento e do avanço na organização das redes no Brasil

“este fato representou um novo modelo de organização da atividade de pesquisa no país, ao reunir pesquisadores de diferentes instituições e com formações distintas, cumprindo um importante papel na formação de uma comunidade com forte atuação na área.”

Tabela 5.4 - Recursos destinados aos Institutos do Milênio com atuação em Nanotecnologia – 2001

Instituto	Valor – R\$ mil
Instituto de Nanociências	6.211
Instituto do Milênio de Materiais Complexos	5.765
Rede de Pesquisa em Sistema em Chip, Microsistemas e Nanoeletrônica	5.058
Instituto Multidisciplinar de Materiais Poliméricos	5.434
Total	22.468
Fonte: CNPq (2.004)	

Já no ano de 2.002, segundo dados do MCT não houve nenhum edital de apoio de órgãos do governo federal. Não foi investido nenhum real em qualquer projeto ligado à nanotecnologia por parte do Estado.

No ano seguinte o governo publicou o documento que deu origem a PITCE, foi quando foram lançados os primeiros editais do CNPq com recursos originados de três Fundos Setoriais: Petróleo, Energia e Verde-Amarelo, conforme mostra a tabela 5.5. A novidade ficou por conta do intercâmbio entre o grupo de pesquisas e pelo menos uma empresa. Não era uma exigência do edital, porém foi considerado necessário, tanto que só foram aprovados projetos que apresentaram tal característica. Pode-se registrar como o início da mudança de foco da política para o setor, com a intenção de que os investimentos em pesquisa sejam transformados em avanço tecnológico e produção industrial.

Tabela 5.5 Editais CNPq 2003 – Fundos Setoriais

Editais	Valor	Projetos Contemplados
CT-Petro/CNPq 01/2003	2.122.484	17
CT-Energ/CNPq 01/2003	3.029.613	15
CT-FVA/CNPq 01/2003	1.500.000	33
Total	6.652.097	65

Fonte: CNPq (2005)

As grandes mudanças estavam por vir a partir de 2.004. O Plano Plurianual garantiria apoio ao Programa “Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia” que havia sido recém-aprovado no Congresso Nacional. Esse reforçava a cooperação que já existia entre ICTs e empresas, dava apoio às redes já existentes e fortalecia a infraestrutura de laboratórios.

Pela primeira vez o CNPq escolheu beneficiar projetos de pesquisa das áreas de impacto social e também de ética para o desenvolvimento de pesquisas na área, fato relevante e que demonstra a preocupação do governo com os resultados e consequências do setor tanto no presente quanto para o futuro. Outra novidade foi um edital publicado para RHAE/Inovação – Recursos Humanos Áreas Estratégicas – que já seguia a linha da PITCE, financiando a formação de profissionais e técnicos nas áreas de abrangência da política industrial. (Ver tabela 5.6).

Editais de apoio a indústria publicados pelo MCT e Finep contribuíram com mais de R\$ 6 milhões no ano de acordo com os dados do CNPq expostos na tabela 5.7.

Ao todo foram investidos aproximadamente R\$ 22 milhões durante o ano para financiar a adequação do setor aos padrões mínimos de competição industrial.

Tabela 5.6 Editais N&N 2004

Edital	Valor	Observações
Edital MT/CNPq 012/2004	3.500.000	Pesquisa cooperativa – 15 Projetos
Edital MCT/CNPQ 013/2004	100.000	Impactos da NN – 5 Projetos
Edital MCT/Finep/FNDCT Nanotecnologia – 01/2004	930.000	Pesquisa cooperativa – 6 Projetos
LNLS	2.000.000	Ação de apoio a laboratórios e redes
Eventos	70.000	Apoio a eventos científicos
Total	6.600.000	

Fonte: CNPq (2004)

Tabela 5.7 Editais CNPq 2004

Edital	Valor	Projetos Contemplados
CT-Energ/CNPq 18/2004	4.115.128	22 Projetos
CT-FVA/CNPq 01/2003*	5.000.000	20 Redes
RHAE – Inovação	7.100.000	Bolsas para áreas da PITCE
Total	16.215.128	

Fonte: CNPq (2004)

*Edital referente ao ano de 2003 com projeto dividido em 2 fases. Valor referente a segunda fase foi liberado somente em 2004.

O ano de 2.005 foi, até o momento, o mais generoso em total de investimentos. O setor passou a receber o apoio da PITCE e aportes mais volumosos. Somente para a

implantação do Programa de Laboratórios Estratégicos e Regionais foram destinados R\$ 41 milhões, conforme tabela 5.8 – valor superior ao total de investimentos nos anos anteriores.

Tabela 5.8 Recursos para Instalação de Laboratórios

Tipo de laboratório	Valor – em R\$
Estratégicos	26.000.000
Regionais	15.000.000
Total	41.000.000

Fonte: IDB Brasil (2006)

A Finep também publicou novos editais para o ano com valores próximos a R\$ 13 milhões, vide tabela 5.9, cobrindo projetos da área de saúde humana e animal, petroquímica, tecnologia de informação, entre outras. Por fim, o CNPQ, de acordo com os editais publicados no ano, financiou projetos no valor R\$ 30 milhões. Foram beneficiados programas já existentes – Redes e Institutos do Milênio – e novos projetos como o Jovem Pesquisadores. Os dados estão apresentados na tabela 5.10. Ao fim do ano foram investidos mais de R\$ 80 milhões em infraestrutura e pesquisas no setor.

Tabela 5.9 Editais Finep para NN – 2005

Edital	Valor	Projetos
Edital MCT/Finep/FNDCT – Nanotecnologia – 03/2005	4.880.000	9 Projetos – Pesquisa Cooperativa
MCT/Finep/FNDCT – Microeletrônica 01/2005	8.000.000	8 Projetos
Total	12.880.000	17 projetos

Fonte: Finep (2005)

Tabela 5.10 Editais CNPq para NN – 2005

Edital	Valor – R\$	Projeto
Edital MT/CNPq 28/2005	3.000.000	Jovens Pesquisadores - 19 Projetos
Edital MT/CNPq 29/2005	12.000.000	Rede BrasilNano - 10 Redes
Edital MT/CNPq 58/2005	1.000.000	Incubadoras - 11 Projetos
Edital MT/CNPq 31/2005	300.000	Cooperação França - 5 projetos
Edital MT/CNPq 01/2005	13.500.000	Institutos do Milênio - 5 projetos
Total	29.800.000	50 projetos

Fonte: CNPq (2005)

Para os anos de 2.006 e 2.007 tanto CNPq quanto Finep mantiveram a linha de financiamento e seus editais compreenderam as mesmas áreas do ano anterior. Ao todo o Finep financiou cerca de R\$ 61 milhões – vide tabela 5.11 – enquanto o CNPq custeou investimento em pesquisas acima de R\$ 26 milhões, conforme tabela 5.12.

Tabela 5.11 Editais Finep para NN – 2.006/2.007

Edital	2.006	2.007	Observações
MCT/Finep/Subvenção Econômica à Inovação –	15.650.421	-	12 Projetos
MCT/MS/Finep – Ação Transversal – Cooperação	3.470.776	-	10 Projetos
Total	19.121.197	42.000.000	22 Projetos

Fonte: Finep (2.004/2007)

Os dados referentes ao ano de 2.007 foram obtidos através da publicação do resultado dos projetos que foram beneficiados. Não foi possível distinguir entre os valores por cada edital.

Tabela 5.12 Editais CNPq para NN – 2006/2007

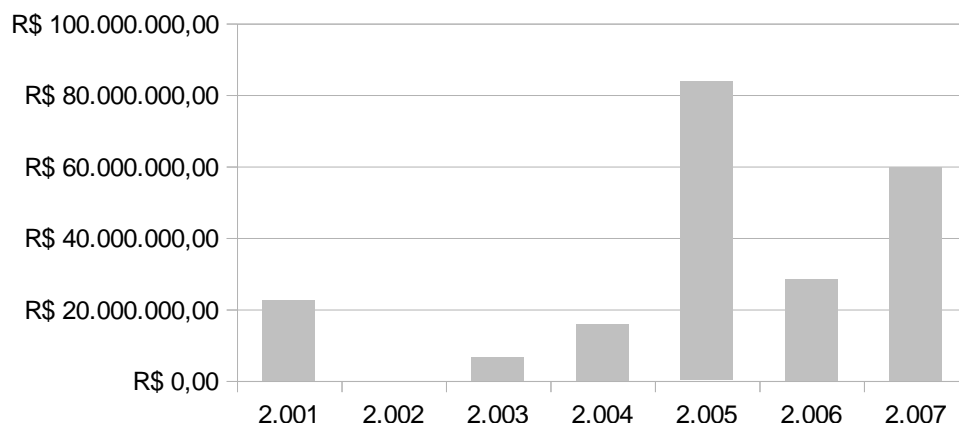
Edital	2.006	2.007	Observações
Edital MT/CNPq 42/2006 e Edital MCT/CNPq 09/2007	1.800.000	3.400.000	Jovens Pesquisadores
Edital MT/CNPq 43/2006 e Edital MCT/CNPq 10/2007	3.900.000	6.300.000	Infraestrutura Laboratorial (Equipamentos Multiusuários)
Rede BrasilNano	3.600.000	8.000.000	10 Redes
Total	9.300.000	17.700.000	

Fonte: CNPq (2.006/2.007)

Nota-se que os recursos financeiros disponibilizados para investimento em pesquisas e infraestrutura após a implementação da política industrial em questão têm alcançado maior relevância. Se entre os anos de 2.001 e 2.004 os montantes chegaram à casa do R\$ 45 milhões de reais, no triênio seguinte esses valores foram quase quatro vezes maiores, chegando a R\$ 171 milhões conforme gráfico 5.2. Esses números mostram que o setor tem sido de fato alvo de apoio governamental após a implantação da PITCE e de suas medidas verticais.

Como destacado acima as agências de fomento – CNPq e Finep – exercem, politicamente, função basilar para a correta aplicação dos escassos recursos estrategicamente orientados para o setor. O investimento em pesquisa e infraestrutura representa o primeiro passo para consolidação da nanotecnologia como carro chefe do desenvolvimento industrial e demonstra como medidas de política industrial verticais têm impacto positivo nesse sentido.

Apesar de que muito ainda precisa ser feito para que o país alcance um estágio avançado de pesquisa e destaque entre as potências mundiais no setor, é inegável a evolução que as estratégias para a nanotecnologia foram capazes de gerar tanto as estruturas físicas quanto políticas na direção do fortalecimento sustentável do setor.

Gráfico 5.2 - Investimento Ano a Ano

De toda forma, os investimentos realizados após a PITCE consolidaram os estudos de NN no país com o estabelecimento de uma rede de estudos e o mínimo de infraestrutura para a manipulação de substâncias e materiais.

5.2.2 Recursos Humanos e Publicações

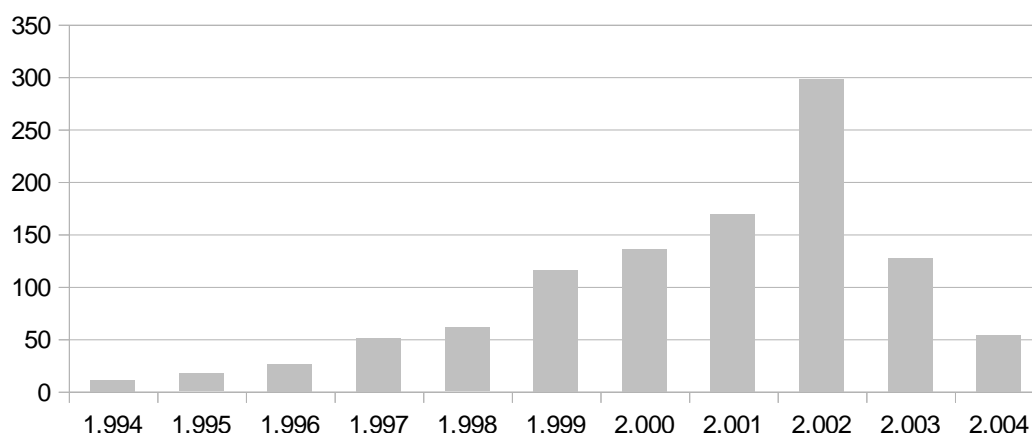
Para que a NN se desenvolva inspirando inovações, oportunidades de negócio para a indústria e atinja o estado de arte desejado pelos idealizadores da política econômica que a apoia, não basta a criação de laboratórios e a aquisição de equipamentos de última geração. O desenvolvimento do fator humano é essencial. A área de nanotecnologia exige técnicos bem qualificados para a operação do instrumental e principalmente pesquisadores habilitados para liderar o desenvolvimento na área.

Pesquisa realizada no ano de 2.004 mostra que o cenário nacional nesse campo da tecnologia evoluiu bastante nos últimos anos fazendo o Brasil merecer algum destaque em relação ao mundo ainda na década de 1.990. Prova disso é o envolvimento cada vez

maior de pesquisadores, o crescimento de grupos de pesquisa e publicações do país na área. Liderados por instituições como a USP e a Unicamp o país tem apresentado franco crescimento na produção intelectual, tanto que países tradicionais no desenvolvimento de pesquisa científica como Austrália e Canadá apresentam menor número de publicações na área em relação ao Brasil desde 1.999.

Segundo a pesquisa Nanotecnologia, realizada pelo Núcleo de Pesquisas Estratégicas da Presidência da República, no ano de 1.994 a comunidade brasileira voltada para o ramo teve apenas 11 publicações. Desde então o envolvimento com o setor vem crescendo, tanto que entre os anos de 1.994 e 2.004 foram publicados no Brasil 1.066 trabalhos científicos nas mais diversas áreas de NN, distribuídos conforme a gráfico 5.3.

Gráfico 5.3 Publicações 1.994 - 2.004



Fonte: Núcleo de Assuntos Estratégicos da Presidência da República

Assim como no fator investimento – e também como resultado dele – nota-se que após a implementação da PITCE o número de publicações com a temática nanotecnologia voltou a subir, desta vez de forma firme e abrangendo um amplo espectro de setores da pesquisa e oportunidades direcionadas para a aplicação na indústria.

Se nos primeiros onze anos analisados foram registrados pouco mais de mil publicações, somente entre os anos de 2.005 e 2.007 foram registrados no banco de dados *ISI Web of Science* 577 trabalhos científicos. Somente para o ano de 2.007 são 248 artigos vinculados à referida base de dados. Quando a análise se estende ao ano de 2.008 chega-se ao total de 833 publicações, vide gráfico 5.4 a seguir. A PITCE deixou como legado, de acordo com a Plataforma Lattes, 469 grupos de pesquisa, com um total de 3.502 pesquisadores, tendo como base o censo referente ao ano de 2.008. Esses números são ainda maiores quando se usa como base o ano de 2.010. Atinge-se dessa forma o número de 546 grupos de pesquisa, tendo crescido 16% em apenas dois anos.

Gráfico 5.4 Publicações brasileiras 2005-2008

Ano de Publicação	Registros Encontrados	Crescimento
2.005	151	-
2.006	178	17,88%
2.007	248	39,33%
2.008	256	3,23%
Total	833	

Fonte: Web of Science

5.2.3 Inovação, Indústria e Mercado

Como exposto no capítulo 5.1 não existe um mercado de nanotecnologia em si, mas sim um conjunto de quatro áreas que formam uma cadeia de valor do setor. São eles:

1. Nanomateriais: estruturas em nanoescala não processadas – e nanopartículas, nanotubos;

2. Nanointermediários: produtos que embarcam componentes em nanoescala – materiais biocompatíveis, fios supercondutores;
3. Nanoaplicações: bens de consumo que incorporam nanotecnologia – cosméticos, eletrônica;
4. Nanoferramentas: Equipamentos e *softwares* usados para visualizar e manipular matéria em nanoescala – microscópios atômicos, equipamentos, software de modelagem molecular entre outros.

Mesmo quando são considerados todos esses elementos da cadeia de valor dentro do Brasil vê-se poucas empresas fazendo uso de tal tecnologia em seus processos de fabricação ou em seus produtos finais. Como resultado o Brasil que ocupa a 25^a colocação em um ranking entre os países com maior produção científica na área não consegue destaque em relação ao número de registro de patentes (atrás de Coreia e Índia). Também não há um registro nacional das transações desse mercado e a participação do país ainda é insignificante em relação às negociações em escala global.

Mesmo assim, alguns projetos de pesquisa já resultaram em produtos de sucesso. Destaca-se o caso do estudo conduzido pela Rede Temática de Nanotecnologia de Petróleo que conta com pesquisadores da Petrobras e de sete universidades brasileiras. Foi desenvolvido um composto fluido que se comporta de maneira diversa quando a água tem alta ou baixa agitação. Esse composto permite à empresa economizar US\$ 150 mil por operação de substituição de brocas em perfurações em águas profundas.

Aparentemente encontra-se no trinômio inovação, indústria e mercado o grande problema da indústria de nanotecnologia no Brasil para o futuro. O país desenvolve pesquisas nas mais diversas áreas do setor, e como visto acima, tem muito êxito em alguns casos. Porém a relação institutos de pesquisa – sejam eles laboratórios, universidades ou grupo de pesquisa – e indústria não tem demonstrado capacidade para impulsionar inovações na área e movimentar o mercado nacional. Assim, outras atividades que poderiam ser industriais ficam restritas ao meio acadêmico. O que deveria ser um mercado de nanotecnologia acaba por limitar-se a nanociência. As empresas ainda não conseguiram mudar seus padrões de produção e o mercado torna-se praticamente inexistente.

Segue estudo publicado por Alves (2005) que aponta as 10 áreas mais promissoras da nanotecnologia para serem exploradas pelo Brasil de acordo com objetivo de desenvolvimento industrial.

1	Transistores à base de diodos orgânicos (eletroluminescentes) emissores de luz	Permitem a fabricação de monitores ultrafinos, produzidos através de sobreposição de camadas extremamente finas de polímeros orgânicos emissores de luz, situados entre eletrodos. Uma das características destes monitores é dar origem a imagens muito luminosas e que podem ser visualizadas de diferentes ângulos, sendo ideais para serem aplicadas a displays de equipamentos eletrônicos como celulares, <i>lap-tops</i> e <i>palm-tops</i> .
2	Produtos de limpeza baseados em nanoemulsões antibacterianas	São produtos que tiram partido das tecnologias de nanoemulsões, para matar organismos patogênicos. São capazes de combater bacilos como o da tuberculose e outras bactérias, sendo não-inflamáveis, não-corrosivos e não-tóxicos.
3	Nanocápsulas	Recipientes artificiais comumente feitos de lipossomas ou polímeros, as nanocápsulas podem proteger, armazenar e carregar uma substância química ou um material (como drogas) por diferentes sistemas, tais como água, corrente sanguínea, determinados tipos de tecidos, meio ambiente, etc, e depositá-lo exatamente no local determinado, de maneira controlada.
4	Ferramentas de Nanofluídica	Criar ferramentas capazes de alterar os fluídos em aplicações como misturas, bombeamento, dispersão e interceptação de fluídos e no <i>lab-on-a-chip</i> , dispositivo minúsculo para diagnóstico, baseado em circuito fluídico.
5	Nanodispositivos operando em 1GHz	A promessa da construção de máquinas na escala nanométrica, capazes de viajar até os "confinos" das paredes celulares com a finalidade de realizar

		procedimentos cirúrgicos é uma das metas mais desejadas dos pesquisadores. Este sonho é mais próximo de ser realizado após o desenvolvimento de um nanodispositivo que funciona a 1 GHz e pode ser utilizado na comunicação ou no controle dessas máquinas.
6	Conversores catalíticos automotivos nanoincrementados	Os conversores catalíticos podem tornar a catálise dos subprodutos da combustão mais eficiente, através do "sequestro" do excesso de carbono e enxofre, antes do processo, e de sua liberação, já catalisado. Podem, também, ser aplicados de forma a aumentar a superfície, para iniciar a reação catalítica.
7	Nanotubos de carbono como fontes de elétrons	Baseadas em nanotubos de carbono, as fontes de elétrons emitem alta corrente e alta densidade de elétrons, sendo mais rápidas do que os dispositivos em escala normal. Tal condição faz com que sejam ideais para o uso em instrumentos baseados em feixes de elétrons de alta resolução, tais como pequenos equipamentos de Raio-X. Suas aplicações tendem a se expandir drasticamente nos próximos anos.
8	Nanocristais	Os cristais têm seus atributos modificados na escala nanométrica, sendo mais resistentes mecanicamente e ao uso, na ordem de 300%, com relação a seus equivalentes na escala macro. Este fato permite sua aplicação em nanomateriais, semicondutores e nanocompósitos, todos de elevada resistência.
9	NEMS (<i>nanoelectromechanical system</i>)	Identificação de movimentos robóticos ou de locomoção na escala nanométrica. Isto possibilita a construção de nanosensores que poderiam sensoriar atividades biológicas, eletrônicas, químicas e físicas e traduzir seus efeitos para o mundo macro, possibilitando ações de correção ou, até mesmo, um nível de entendimento tal da natureza que nos permita "copiá-la".

10	Produtos do cotidiano nanoincrementados	<p>Nanoceras, fabricadas com agentes de polimento em escala nanométrica, provêm um melhor brilho, devido à habilidade de preencher minúsculas inconsistências (ranhuras, riscos, etc.), no acabamento de pinturas automotivas.</p> <p>Nanobolas de tênis, recobertas internamente com uma membrana nanoporosa, drenam lentamente a pressão, sem aumento de peso.</p> <p>Nanoprotetores solares, que utilizam óxidos de metais de transição, recobertos com nanosílica, altamente solúveis, resultando em formulações mais estáveis, mais transparentes e proporcionando uma proteção de largo espectro, com uma cobertura densa e uniforme.</p>
----	---	---

Fonte: Alves (2005)

De acordo com o MCT

As pesquisas que estão sendo desenvolvidas no país indicam que as oportunidades de negócio em nanotecnologia tendem a surgir primeiramente nos mercados de cosméticos, produtos provenientes da indústria química (catalisadores, tintas, revestimentos) e petroquímica, plásticos, borrachas e ligas metálicas...

A divergência entre as atividades sugeridas por Alves e aquelas destacadas pelo MCT tem origem no horizonte temporal levado em consideração para análise. Enquanto este atem-se a atividades com maior destaque no longo prazo, aquele cita atividades de com retorno no curto prazo, que inclusive já estão em desenvolvimento.

Atualmente a ABDI trabalha em programas específicos para facilitar a união das pesquisas com empresas interessadas em desenvolver produtos com nanotecnologia.

5.2.4 Marco Regulatório e Aspectos Éticos

Um semblante importante para o desenvolvimento de qualquer atividade científica e de mercado é a questão ética e a legislação pertinente. Com a nanotecnologia não é diferente visto que sua utilização é incipiente e os seus limites estão longe de serem conhecidos. Como destacado pela publicação Panorama Nanotecnologia – ABDI (2.010) “Os impactos nocivos e potenciais riscos à saúde humana e animal, ao meio ambiente e até em relação ao comportamento humano ainda são pouco conhecidos.”

Prevenindo-se contra restrições por parte dos potenciais consumidores por conta de dúvidas que envolvem toda espécie de riscos, desde a manipulação de nanoestruturas até impactos toxicológicos e ambientais, passando pelos trabalhadores do setor que ficam continuamente expostos aos riscos inerentes, países da União Europeia e os Estados Unidos largaram na frente nesse assunto e começaram a discutir o tema para a construção de um código de conduta dando maior importância aos princípios que a padrões e procedimentos.

“...iniciativas de normalização e de regulamentação no contexto das nanotecnologias se tornam cada vez mais importantes, para que seja possível assegurar à sociedade que o desenvolvimento industrial seja conduzido futuramente de acordo com um marco seguro, responsável e sustentável.”
(AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI – Panorama Nanotecnologia, 2010, p. 138)

Internacionalmente são considerados pontos como as melhores práticas de controle e manipulação do material, efeitos nocivos à saúde animal e à humana e riscos de exposição. Fato é que ainda não se sabe o potencial estrago proveniente da contaminação causada pelo lixo produzido pela nanotecnologia.

A realidade brasileira quanto ao estabelecimento de normatização e princípios adequados para o desenvolvimento da atividade tem boas intenções mas até o momento os resultados são muito pobres. São três iniciativas que se desenvolveram na última década, a saber:

1. Comissão de Estudo Especial em Nanotecnologia ABNT/CEE;

2. Rede Renanosoma;
3. Grupo de pesquisa “Nanotecnologia, Sociedade e Desenvolvimento – UFPR.

A Comissão de Estudo Especial em Nanotecnologia foi fundada no ano de 2.007 por solicitação do MCT como comitê-espelho de uma iniciativa internacional e a missão de trazer para o país os mesmos padrões adotados internacionalmente pelo setor. Na prática os trabalhos não têm trazido avanços na área.

A Rede Renanosoma tem uma ótica de atuação diferente, com a ideia de tirar a NN da discussão somente entre especialistas e trazê-la para perto do seu consumidor em última instância, o público em geral.

Por fim, o Grupo Nanotecnologia, Sociedade e Desenvolvimento, atua desde 2.004 estando ligado a Universidade Federal do Paraná. Tem atuação semelhante à Rede Renanosoma, porém com foco mais definido. Tem cumprido seu objetivo que é acompanhar o desenvolvimento da nanotecnologia investigando os prós e os contras de suas consequências na sociedade, na economia e o seu papel como gerador de desenvolvimento social no país. O reconhecimento alcançado é visível, pois nessa posição tem atuado com destaque na comissão de ética da UNESCO para o setor.

Nota-se que mesmo com o maior envolvimento do governo federal no setor há falhas no setor, que atrapalham o rápido desenvolvimento em um dos setores da economia com maiores possibilidades de crescimento nas próximas décadas.

Especificamente no tocante a criação de um marco regulatório para a atividade no país com possibilidades de torná-lo referência em todo o mundo atraindo empresas e pesquisadores para o setor, com impactos positivos para o Brasil, resultando em inovações, crescimento econômico e desenvolvimento social.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para que a PITCE obtivesse o sucesso sugerido na sua ação como política vertical de apoio à nanotecnologia teria sido necessário que o setor alcançasse alto grau de desenvolvimento, induzindo a cooperação entre instituições de pesquisa e empresas na direção de transformar pesquisas científicas em processos e produtos inovadores.

Se por um lado não se pode negar que os números ligados ao investimento financeiro no setor e às publicações de artigos científicos crescem ano após ano, o objetivo geral do programa não foi atingido. O montante investido no desenvolvimento do setor no país tem possibilitado novas pesquisas e o estabelecimento de uma infraestrutura mais sólida, ainda é prematuro falar que tenha causado impacto na economia nacional. Apesar do crescente número de empresas e instituições de pesquisa envolvidas na área, quando são analisados todos os níveis de atuação da nanotecnologia são poucas as empresas que apropriaram-se de processos de produção ou produtos com essa tecnologia desde 2004.

Como pontos positivos pode-se destacar a escolha do setor como portador de futuro e indutor de mudanças. Pesquisas de prospecções de mercado têm apontado que o setor cresce a taxas de 16% ao ano, abrindo possibilidades para o país se destacar. O investimento em infraestrutura de laboratórios e de redes foram passos muito importantes para o desenvolvimento de pesquisas nanotecnológicas. E mesmo os setores produtivos mais tradicionais podem se aproveitar dos avanços técnicos produzidos por esse ramo da ciência.

Por outro lado essa política industrial deixou a desejar em diversos aspectos, a saber, uma estratégia mais eficiente de induzir a cooperação entre ICTs e empresas, na orientação das pesquisas para as áreas com maior grau de impacto. Como resultado, ao mesmo tempo que o Brasil é o 25º produtor mundial de pesquisas na área poucas foram

as inovações criadas ou processos de produção alterados em função dessa tão importante tecnologia.

Destacados os aspectos da PITCE e os resultados conquistados no setor é hora de manter instrumentos de investimentos a longo prazo e aproveitar-se do conhecimento proporcionado para o desenvolvimento tecnológico, vide os casos de outros setores industriais do país como o do etanol e de aviação. Mais uma vez o país do futuro pode estar vendo o bonde da história passar e perdendo a oportunidade de dar um salto em direção ao futuro.

8 REFERÊNCIAS

ALVES, O. L. **Atividade Prospectiva em Nanotecnologia**: Mapeamento da Competência Nacional em Nanociência e Nanotecnologia nos últimos 10 anos (1994-2004). Mimeo. Campinas, 2005.

BOCCHI, João Ildebrando (Org). A Investigação econômica. In: **Monografia para Economia**. São Paulo: Saraiva, 2004.

CAMPANARIO, Milton de Abreu, [et al.], organização Afonso Fleury, Maria Tereza Leme Fleury, **Política Industrial 1**. 1.ed. São Paulo, PubliFolha, 2004.

DUPAS, Gilberto [et al.], organização Afonso Fleury, Maria Tereza Leme Fleury, **Política Industrial 2**. 1.ed. São Paulo, PubliFolha, 2004.

Financiadora de Estudos e Projetos [homepage na internet]. Rio de Janeiro – Finep; c2012 [acesso em 23 de novembro de 2012] Subvenção; [8 telas]; disponível em <http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/subvencao_economica/resultados/Subvencao%202007.11.26%20FINAL%20142.pdf>

Financiadora de Estudos e Projetos [homepage na internet]. Rio de Janeiro – Finep; c2012 [atualizada em 25 de junho de 2012; acesso em 14 de novembro de 2012].

Fundos Setoriais; [aproximadamente 2 telas]; disponível em: <<http://www.finep.gov.br/pagina.asp?pag=30.10>>.

GIL, Antônio Carlos. **Técnicas de Pesquisa em Economia e Elaboração de Monografias**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KUPFER, David, HASENCLEVER, Lia (Org) **Economia Industrial: Fundamentos teóricos e práticos no Brasil**. 7.ed. Rio de Janeiro – Elsevier, 2002.

LAKATOS, Eva Maria, MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia científica**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

MINAYO, Maria Cecília de Souza, (Org) **Pesquisa Social: Teoria método e Criatividade**, 6. ed. Petrópolis, Vozes. 1996.

Ministério da Ciência e Tecnologia [homepage na internet] Brasília – CNPq; c2008 [acesso em 20 de novembro de 2012] Principais Realizações, [aproximadamente 4 telas] disponível em: <<http://centrodememoria.cnpq.br/realiz04.html>>.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação [homepage na internet]. Brasília – c2008 [acesso em 13 de novembro de 2012]. Editais, [aproximadamente 3 telas] disponível em: <<http://mct.gov.br/index.php/content/view/76409/Editais.html>>

National Nanotechnology Initiative [homepage na internet]. Arlington – EUA – c2000 [acesso em 07 de agosto de 2012]. NNI Budget, [aproximadamente 2 telas] disponível em <<http://www.nano.gov/about-nni/what/funding>>.

PREBISCH, Raúl. **Dinâmica do desenvolvimento latino-americano**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1964.

SCHUMPETER, Joseph A. **A teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultural, Os Economistas, 1982.

SUZIGAN, Wilson e FURTADO, João. **Política Industrial e Desenvolvimento**. Revista de Economia Política [online]. 2006, vol. 26, pp 163-185. <<http://www.scielo.br/pdf/rep/v26n2/a01v26n2.pdf>> Acesso em 18 de maio de 2012.

SUZIGAN, Wilson e FURTADO, João. **Instituições e Políticas Industriais e Tecnológicas: Reflexões a Partir da Experiência Brasileira**. Est. Econ. , São Paulo , vol. 40, n.1, pp 7-41, 2010. <<http://www.scielo.br/pdf/ee/v40n1/v40n1a01.pdf>> Acesso em 25 de junho de 2012.

THE Royal Society and the Royal Academy of Engineering (2004). **Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties**. London, July 2004, pp. 26-7. Disponível em: <<http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>>.

The United States Patent and Trademark Office [homepage na internet]. [atualizado em 03 de outubro de 2012; acesso em 17 de outubro de 2012]. Patents,

[aproximadamente 3 telas]. disponível em
<<http://www.uspto.gov/patents/process/search/index.jsp>>